

- 1 -

Mobiles Arbeitsgerät mit Stützauslegern**Beschreibung**

- 5 Die Erfindung betrifft ein mobiles Arbeitsgerät, insbesondere eine Autobetonpumpe, mit einem Fahrgestell, mit zwei vorderen und zwei rückwärtigen, von einer Fahrstellung in mindestens eine Abstützstellung ausfahrbaren und mit je einem teleskopierbaren Stützbein auf einer Unterlage abstützbaren Stützauslegern und mit je einem Messglied zur Bestimmung der Stützkraft in
- 10 den Stützbeinen.

Mobile Arbeitsgeräte dieser Art sind mit ausfahrbaren Stützauslegern versehen, die am Einsatzort die Standfestigkeit des Arbeitsgeräts verbessern sollen. Die Stützausleger haben dabei einerseits die Aufgabe, die Fahrzeugfederung zu eliminieren und die Räder zu entlasten. Zum anderen sollen die

15 Stützausleger die Kippgefahr mindern, die sich ergibt, wenn über einen Arbeitsausleger hohe Kippmomente entstehen. Die Stützbeine der Stützausleger bilden die Ecken eines Vierecks, dessen Seitenlinien eine Fläche umschreiben, innerhalb welcher der Gesamtschwerpunkt des Arbeitsgeräts liegen muss, um die Standsicherheit zu gewährleisten. Da der auskragende

20 Arbeitsausleger drehbar ist, beschreibt der Gesamtschwerpunkt bei einer Drehung einen Vollkreis, der im Arbeitsbereich des Arbeitsauslegers innerhalb der Viereckfläche liegen muss. Da die Platzverhältnisse auf den Baustellen beengt sind, wird oft auf eine Vollabstützung verzichtet. Dadurch wird

25 der Schwenkbereich des Arbeitsauslegers begrenzt.

Um die Kippsicherung zu gewährleisten, wurde bereits eine Überwachungseinrichtung vorgeschlagen (Zeitschrift „Beton“ 6/96, Seiten 362, 364). Dort werden die in den vier hydraulisch betätigten Teleskopen der Stützbeine

30 herrschenden Drücke überwacht. Lässt der Druck in zwei Stützbeinzylindern nach, werden die Mastbewegungen und die Betonpumpe abgeschaltet. Diese Technik lässt sich auch für den Fall nutzen, dass eine Maschine aus

- 2 -

Platzgründen nicht voll abgestützt ist. Untersuchungen haben gezeigt, dass Druckmessungen in den Teleskopzylindern der Stützbeine für eine zuverlässige Stützbeinüberwachung nicht ausreichen. Dies gilt vor allem dann, wenn einer der Teleskopzylinder auf Anschlag gefahren ist. Auch dynamische Abstützeffekte lassen sich mit diesem Überwachungssystem nicht erfassen.

Um diese Nachteile zu vermeiden, wurde schon vorgeschlagen (DE-A 101 10 176), dass im Fußteil eines jeden Stützbeins ein Kraftsensorpaar angeordnet ist. Dazu ist ein eigens hierfür konstruierter Stützfuß erforderlich, der in seiner Konstruktion recht aufwendig ist. Weiter ist dort jeder Kraftsensor in einem elektrischen Messkreis zur Abgabe eines stützlastabhängigen Messsignals angeordnet, wobei die Überwachungseinrichtung eine Auswerteelektronik umfasst, die in vorgegebenen Abtastzyklen mit den stützfußbezogenen Stützlast-Messwerten und zu deren Vergleich mit mindestens einem vorgegebenen stabilitätsbestimmenden Schwellenwert beaufschlagbar ist. Die Auswerteelektronik umfasst eine Softwareroutine zur Ermittlung des zweitniedrigsten stützfußbezogenen Stützlast-Messwerts eines jeden Abtastzyklus und zu dessen Vergleich mit einem stabilitätsbestimmenden Schwellenwert. Als nachteilig wird dabei angesehen, dass der Schwellenwert eine konstruktionsabhängige, dimensionsbelastete Größe ist und dass für die Bestimmung der stabilitätsrelevanten Lastwerte eine hohe Messgenauigkeit auch bei niedrigen Lasten erforderlich ist.

Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein mobiles Arbeitsgerät mit Stützauslegern zu entwickeln, bei welchem die Stützlast in den Stützbeinen mit einfachen Mitteln in ausreichender Genauigkeit möglich ist, um eine zuverlässige Standsicherheitssüberwachung zu ermöglichen.

Zur Lösung dieser Aufgabe werden die in den Ansprüchen 1 und 17 angegebenen Merkmalskombinationen vorgeschlagen. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die erfindungsgemäße Lösung geht von der Erkenntnis aus, dass bei Stützauslegern, bei denen die teleskopierbaren Stützbeine mit einem auslegerfesten Teleskopglied mittels eines Anlenkbolzens an einem Stützbeinkasten
5 angelenkt sind, der Anlenkbolzen als Messglied zur Bestimmung der Stützlast ausgebildet werden kann. Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass eine Einrichtung zur Bestimmung der beim Abstützvorgang auftretenden elastischen Biegung des Anlenkbolzens als Maß für die stützbeinbezogene Stützlast vorgesehen ist. In diesem Fall trägt der Anlenkbolzen
10 mindestens einen Dehnmessstreifen zur Bestimmung der Bolzenbiegung.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Anlenkbolzen mindestens eine achsparallel verlaufende Längsnut zur Aufnahme des
15 mindestens einen Dehnmessstreifens aufweist. Vorteilhafterweise enthält der Anlenkbolzen zwei bezüglich einer Biegeebene einander gegenüberliegende, nach entgegengesetzten Seiten offene Längsnuten zur Aufnahme von jeweils zwei Dehnmessstreifen, wobei die Anschlüsse der Dehnmessstreifen in einer vorzugsweise als Brückenschaltung ausgebildeten Messschaltung miteinander verbunden sind. Weiter enthält der Anlenkbolzen
20 zweckmäßig eine einseitig offene Zentralbohrung sowie eine von der mindestens einen Längsnut zur Zentralbohrung verlaufende Querböhrung zur Aufnahme eines Messkabels.

25 Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung ist eine Einrichtung zur Bestimmung der beim Abstützvorgang im Bereich der Lagerstellen des Anlenkbolzens auftretenden elastischen Scherverformung als Maß für die stützbeinbezogene Stützlast vorgesehen. In diesem Fall trägt der Anlenkbolzen im Bereich seiner Lagerstellen mindestens einen Dehnmessstreifen zur Bestimmung der Scherverformung. Vorteilhafterweise weist der Anlenkbolzen zu diesem Zweck im Bereich der Lagerstellen mindestens einen
30 in Abstützrichtung quer zur Bolzenachse durchgehenden Durchbruch auf, in

- 4 -

welchem eine mit dem Bolzenmaterial einstückig verbundene Membran zur Aufnahme mindestens eines Dehnmessstreifens angeordnet ist. Bevorzugt weist der Anlenkbolzen an beiden Lagerstellen je einen Durchbruch mit Membran auf, wobei die Membran in der Scherebene zwischen einem Innen- und Außenlager des Stützbeins angeordnet ist. Das Außenlager bildet eine Abstützung für den Bolzen im Stützbeinkasten, während am Innenlager das feststehende Teleskopteil abgestützt ist. Auf den einander abgewandten Breitseitenflächen der Membran ist zweckmäßig jeweils ein parallel zur Scherebene verlaufender Dehnmessstreifen angeordnet, wobei die Dehnmessstreifen in einer vorzugsweise als Brückenschaltung ausgebildeten Messschaltung miteinander verbunden sind.

In beiden Ausführungsvarianten ist die Messschaltung ausgangsseitig über einen Signalverstärker an eine computergestützte Auswerteelektronik angeschlossen.

Eine vorteilhafte oder alternative Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Auswerteelektronik eine Softwareroutine zur Bestimmung einer Standsicherheitszahl aus dem Quotienten aus der Gesamtsumme der Stützlastmesswerte aller Stützbeine und einer Teilsumme der Stützlastmesswerte der beiden augenblicklich höchstbelasteten Stützbeine sowie eine Alarmroutine zur Auslösung eines Alarmzustands bei Unterschreiten eines vorgegebenen Schwellenwerts für die Standsicherheitszahl aufweist. Die erfindungsgemäße Anordnung erlaubt eine Echtzeitüberwachung der Stützlast im Bereich der einzelnen Stützbeine in einem engen Zeitraster, so dass auch dynamische Effekte und Trägheitseffekte beim Betrieb des Arbeitsgeräts in die Überwachung einbezogen werden können.

Um ein Umkippen des Arbeitsgeräts im Betrieb zu verhindern, sind mehrere abgestufte alarmanlösende Schwellenwerte für die Standsicherheitskontrolle vorgesehen. Bei Unterschreiten eines ersten Schwellenwerts wird der Maschinist über ein akustisches und/oder optisches Signal gewarnt. Bei Unter-

- 5 -

schreiten eines zweiten, gegenüber dem ersten niedrigeren Schwellenwerts ist eine lösbare Blockierung der lastverschiebenden Arbeitsbewegung auslösbar. Schließlich wird bei Unterschreiten eines dritten, gegenüber dem zweiten niedrigeren Schwellenwerts eine unlösbare Blockierung der lastverschiebenden Arbeitsbewegung ausgelöst.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung in schematischer Weise dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen

10 Fig. 1 eine Ansicht einer am Straßenrand abgestellten Autobetonpumpe mit auf der Straßenseite schmal abgestützten Stützauslegern;

Fig. 2 eine Seitenansicht eines Stützauslegers;

15 Fig. 3a und b ein Stützbein mit als Messglied ausgebildetem Messbolzen im eingefahrenen und ausgefahrenen Zustand;

Fig. 4a und b eine Draufsicht und eine Schnittdarstellung eines Anlenkbolzens als Biegebalken;

20 Fig. 5a und b eine Draufsicht und eine Schnittdarstellung einer zweiten Variante eines Anlenkbolzens als Biegebalken;

Fig. 6a und b einen Längsschnitt und einen Querschnitt eines Anlenkbolzens als Scherbolzen;

25 Fig. 7 eine Schaltungsanordnung in schematischer Darstellung für jeweils vier Dehnmessstreifen in einer Brückenschaltung mit computergestützter Auswerteelektronik.

30 Die in Fig. 1 dargestellte fahrbare Betonpumpe besteht im wesentlichen aus einem mehrachsigen Fahrgestell 10, einem an einem vorderachsnahen

- 6 -

Mastbock 12 um eine fahrgestellfeste Hochachse 13 drehbar gelagerten, als Betonverteilmast ausgebildeten Arbeitsausleger 14 und einer Stützkonstruktion 15, die einen vorderen und einen rückwärtigen Stützausleger 22, 24 aufweist. Die Stützausleger 22, 24 weisen einen nach unten gerichteten Stützbeinkasten 26 auf, in welchen jeweils ein teleskopierbares Stützbein 28 mit seinem auslegerfesten Teleskopglied 30 befestigt ist. Die Stützbeine 28 sind mit einer Fußplatte 34 auf dem Untergrund 36 abstützbar. Die vorderen und rückwärtigen Stützausleger 22, 24 sind mit hydraulischen Mitteln von einer fahrgestellnahen Fahrstellung in eine Abstützstellung ausfahrbar. Bei dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel wurde auf der Straßenseite eine Schmalabstützung gewählt. Die Schmalabstützung, mit der den Platzproblemen auf Baustellen Rechnung getragen werden kann, führt zwangsläufig zu einer Einschränkung im Drehwinkel des Verteilmasts 14.

Die vier auf dem Boden aufstehenden Stützbeine 28 spannen ein Viereck auf, dessen Seiten jeweils eine Kippkante bilden. Zur Gewährleistung der Standsicherheit dürfen die Viereckseiten beim Verfahren des Verteilmasts 14 vom Gesamtschwerpunkt des Systems nicht nach außen überschritten werden. Die Erfindung macht von der Erkenntnis Gebrauch, dass die Lage des Gesamtschwerpunkts innerhalb des Kippvierecks durch Messglieder 38 innerhalb der Stützbeine 28 überwacht werden kann. Dementsprechend ist in jedem Stützbein 28 ein Messglied 38 angeordnet, das bei den gezeigten Ausführungsbeispielen jeweils vier Dehnmessstreifen DMS1 bis DMS4 mit zugehörigem elektrischem Messkreis 44 und Operationsverstärker 46 umfasst. Jeder Messkreis 44 gibt über seinen Verstärker 46 ein in vorgegebenen Zeitzyklen abtastbares, stützlastabhängiges Messsignal ab, dass in einer Auswerteelektronik 48 mit angeschlossenem Bordrechner 50 verarbeitet wird.

Eine Besonderheit der Erfindung besteht darin, dass die Messglieder zur Bestimmung der stützbeinbezogenen Stützlasten durch die Anlenkbolzen 32 gebildet sind. Im Falle der in den Figuren 4 und 5 gezeigten Ausführungsbei-

- 7 -

spiele enthält das Messglied 38 eine Einrichtung zur Bestimmung der beim Abstützvorgang auftretenden elastischen Biegung des Anlenkbolzens als Maß für die stützbeinbezogene Stützlast. Zu diesem Zweck weist der Anlenkbolzen 32 zwei bezüglich einer Biegeebene 52 einander gegenüberliegende, nach entgegengesetzten Seiten offene Längsnuten 54 zur Aufnahme von jeweils zwei Dehnmessstreifen DMS1, DMS3 bzw. DMS2, DMS4 auf, wobei beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 die Dehnmessstreifen in den Längsnuten 54 parallel nebeneinander in Längsrichtung des Anlenkbolzens 32 angeordnet sind, während im Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 in den Längsnuten jeweils ein parallel und ein quer zur Längsrichtung des Anlenkbolzens 32 ausgerichteter Dehnmessstreifen angeordnet ist.

Bei dem in Fig. 6 gezeigten Ausführungsbeispiel umfassen die Messglieder 38 eine Einrichtung zur Bestimmung der beim Abstützvorgang im Bereich der Lagerstellen 56 der Anlenkbolzen 32 auftretenden elastischen Scherverformung als Maß für die stützbeinbezogene Stützlast. Zu diesem Zweck weisen die Anlenkbolzen 38 im Bereich der Lagerstellen 56 jeweils einen Durchbruch 58 auf, in dem eine mit dem Bolzenmaterial einstückig verbundene Membran 60 angeordnet ist. Die Membran ist dabei in Richtung der Stützlast in der Scherebene 62 zwischen Innen- und Außenlager des Stützbeins 28 angeordnet. Auf den beiden abgewandten Breitseitenflächen der Membran ist jeweils ein parallel zur Scherebene 62 schräg zur Abstützrichtung verlaufender Dehnmessstreifen DMS1, DMS2 bzw. DMS3, DMS4 angeordnet, die sich paarweise unter einem Winkel vom 90° kreuzen.

Die Dehnmessstreifen DMS1 bis DMS4 der Ausführungsvarianten sind in einer als Brückenschaltung ausgebildeten Messschaltung 44 miteinander verbunden, deren Diagonalabgriffe 64 an die Eingänge des Operationsverstärkers 46 angeschlossen sind. Die Stromversorgung der Messschaltung 44 erfolgt über eine Hilfsstromquelle 66. Die Ausgangssignale der Messschaltung 44 werden über eine Signalverarbeitungsschaltung 68 einer digitalen oder analogen Anzeige 70, 72 zugeleitet. Außerdem werden die Ausgangs-

- 8 -

signale einem Bordcomputer 74 zur weiteren Auswertung, insbesondere zu einer Standsicherheitsüberwachung, zugeführt. Die Messelektronik 44 mit der Signalverarbeitungsschaltung 68 befindet sich jeweils in einem Gehäuse 76, das am einen Ende des jeweiligen Anlenkbolzens 32 nach außen über den Stützbeinkasten 26 übersteht. Der Anlenkbolzen 32 enthält zu diesem Zweck eine einseitig offene Zentralbohrung 55' sowie eine von der mindestens einen Längsnut 54 zur Zentralbohrung verlaufende Querböhrung 55" zur Aufnahme eines in das Gehäuse 76 geführten Messkabels.

Bei der Standsicherheitsüberwachung spielen die folgenden Überlegungen eine wichtige Rolle: Die Standsicherheit einer Autobetonpumpe ergibt sich aus den Gleichgewichtsbedingungen eines räumlichen Kraftsystems. Kräfte unterschiedlicher Wirkungsrichtung sind dabei z. B. zeitlich und örtlich veränderliche Eigen- und Betriebslasten, Massekräfte aus Beschleunigungs- und Abbremsvorgängen oder in Kraft und Größe zufällig angreifende Windlasten. Die Wirkung dieser Einflussgrößen steht im Gleichgewicht mit der momentanen Größe der Stützbeinkräfte.

Wie vorstehend ausgeführt, kann die Stützbeinkraft über das Messprinzip eines Biegebalkens oder über eine Scherkraftmessung bestimmt werden. Die Information über die momentane Größe aller vier Stützbeinkräfte wird mit einer gleichmäßigen Abtastrate an den Bordrechner 74 zum Beispiel über Kabel oder telemetrisch übertragen. Im Bordrechner 74 werden die einlaufenden Kraftwerte parallel verrechnet. Dazu wird zunächst die Summe aller Stützbeinkräfte F_i ($i = 1$ bis 4) bestimmt. Zur Ermittlung einer Standsicherheitszahl S wird dieser Summenwert durch die Summe der beiden momentan größten Stützbeinkräfte \hat{F}_a und \hat{F}_b geteilt:

$$S = \frac{F_1 + F_2 + F_3 + F_4}{\hat{F}_a + \hat{F}_b}$$

- 9 -

Erreicht die Summe der beiden höchsten Stützbeinkräfte die Summe aller Stützbeinkräfte, kommt die Maschine aus dem stabilen Gleichgewicht, z. B. einer Dreipunktabstützung, in ein instabiles Gleichgewicht und ist nicht mehr standsicher. Das Kräftegleichgewicht entspricht einem Momentengleichgewicht um eine der vorstehend beschriebenen Kippkanten. Durch Festlegung einer maschinenunabhängigen Standsicherheitszahl, z. B.

$$S \geq 1,1,$$

10 kann unabhängig vom Maschinentyp, von der Stützbeinstellung, der Windlast und anderen variablen Parametern eine gleichbleibende Grenzstandsicherheit erreicht werden.

Eine wichtige Randbedingung für eine sichere Abstützung ist ein Aufstellen
15 des Arbeitsgeräts mit vom Untergrund 36 abgehobenen Rädern des Fahrgestells 10. Für jedes Arbeitsgerät ist durch Wiegen das Minimalgewicht für eine ausreichende Standsicherheit bekannt. Dieser Wert kann im Bordrechner 74 hinterlegt werden. Nach Ausfahren der Stützbeine 28 vor dem Anheben des Arbeitsauslegers 14 kann nunmehr durch Messung der Stützbeinkräfte das aktuelle Maschinengewicht bestimmt und mit dem hinterlegten
20 Sollwert verglichen werden. Bei Unterschreitung des Sollwerts stehen noch Räder des Fahrgestells 10 auf dem Boden auf, so dass die Standsicherheit nicht ausreichend gewährleistet ist. Ein Freischalten des Arbeitsauslegers 14 wird durch die Maschinensteuerung erst dann ermöglicht, wenn das gemessene Maschinengewicht den hinterlegten Sollwert erreicht oder überschreitet.
25

Um ein Umkippen der Maschine im Betrieb zu verhindern, werden drei Schwellenwerte S_1 , S_2 , S_3 unterschieden. Bei Erreichen des ersten Schwellenwertes S_1 (z.B. $S_1 = 1,25$) wird der Maschinist über ein optisches oder
30 akustisches Signal darüber informiert, dass sich der Arbeitsausleger 14 beim weiteren Verfahren der Standsicherheitsgrenze nähert. Führt der Maschinist

- 10 -

weiter in den standsicherheitsgefährdeten Bereich, werden bei Erreichen eines zweiten Schwellenwertes S_2 (z.B. $S_2 = 1,1$) die Antriebe des Arbeitsauslegers 14 abgeschaltet. Durch Lösen einer Sperrfunktion, z. B. an einer Fernbedienung, kann der Arbeitsausleger 14 wieder freigegeben werden. Da ein Weiterfahren des Arbeitsauslegers 14 aus der kritischen Lage durch Betätigen verschiedener Antriebsaggregate des Arbeitsauslegers 14 möglich bleiben muss, ist eine Kopplung der Standsicherheitsüberwachung mit akustischen/optischen Signalen erforderlich. Möglich ist hierbei auch das Einrichten einer Steuerungsfunktion, bei der bestimmte Antriebsaggregate des Arbeitsauslegers 14 entweder gesperrt bleiben oder nur in einer Richtung freigegeben werden. Dazu sind in Abhängigkeit von der Betätigungsart des Arbeitsauslegers 14, beispielsweise von der Faltungsart eines Betonverteilermastes, verschiedene Strategien erforderlich.

Im ungünstigsten Fall fährt der Maschinist jedoch weiter in den standsicherheitsgefährdeten Bereich. Bei Erreichen des der Standsicherheitszahl entsprechenden Grenzwertes S_3 (z.B. $S_3 = 1,05$) muss nunmehr der Antrieb des Arbeitsauslegers 14 völlig gesperrt werden. Eine Freigabe ist nur dann möglich, wenn durch zusätzliche Ballastierung des Unterbaus, z. B. durch Anhängen von Fanggewichten an die Stützbeine 28, Volltanken einzelner als Tank ausgebildeter Stützbeine 28, Trimmen des Arbeitsgeräts durch Umpumpen des Tankinhalts von einem zum anderen Stützbein 28, wieder ein dem höheren Schwellenwert S_2 entsprechender Gleichgewichtszustand erreicht wird.

Zusammenfassend ist folgendes festzuhalten: Die Erfindung bezieht sich auf ein mobiles Arbeitsgerät, insbesondere eine Autobetonpumpe, mit einem Fahrgestell 10, mit zwei vorderen und zwei rückwärtigen, von einer Fahrstellung in mindestens eine Abstützstellung ausfahrbaren und mit je einem teleskopierbaren Stützbein 28 auf einem Untergrund 36 abstützbaren Stützauslegern 22, 24 und mit je einem Messglied 38 zur Bestimmung der in den Stützbeinen 28 angreifenden Stützlast. Wenn die teleskopierbaren Stützbei-

- 11 -

ne 28 mit ihrem auslegerfesten Teleskopglied mittels eines Anlenkbolzens 32 an einem Stützbeinkasten 26 angelenkt sind, ist es mit besonders einfachen Mitteln möglich, dass der Anlenkbolzen als Messglied 38 zur Bestimmung der Stützlast ausgebildet ist. Die Messglieder können in eine Einrichtung zur Überwachung der Standsicherheit einbezogen werden, die eine
5 computergestützte Auswerteelektronik 68, 74 umfasst. Für die Standsicherheitskontrolle ist eine Softwareroutine zur Bestimmung einer Standsicherheitszahl S vorgesehen, die aus dem Quotienten der Gesamtsumme der Stützlastmesswerte aller Stützbeine 28 und einer Teilsumme der Stützlast-
10 messwerte der beiden augenblicklich höchstbelasteten Stützbeine 28 bestimmt wird. Weiter ist eine Alarmroutine zur Auslösung eines Alarmzustands bei Unterschreitung eines vorgegebenen Schwellenwerts S_1 , S_2 , S_3 für die Standsicherheitszahl S vorgesehen.

Patentansprüche

1. Mobiles Arbeitsgerät, insbesondere Autobetonpumpe, mit einem Fahr-
gestell (10), mit zwei vorderen und zwei rückwärtigen, von einer Fahr-
5 stellung in mindestens eine Abstützstellung ausfahrbaren und mit je ei-
nem teleskopierbaren Stützbein (28) auf einem Untergrund (36)
abstützbaren Stützauslegern (22, 24) und mit je einem Messglied (38)
zur Bestimmung der Stützkraft in den Stützbeinen (28), dadurch ge-
kennzeichnet, dass die teleskopierbaren Stützbeine (28) mit einem
10 auslegerfesten Teleskopglied (30) mittels eines Anlenkbolzens (32) an
einem Stützbeinkasten (26) angelenkt sind, und dass der Anlenkbolzen
(32) als Messglied (38) zur Bestimmung der Stützlast ausgebildet sind.
2. Arbeitsgerät nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Einrichtung
15 zur Bestimmung der beim Abstützvorgang auftretenden elastischen
Biegung des Anlenkbolzens (32) als Maß für die stützbeinbezogene
Stützlast.
3. Arbeitsgerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der
20 Anlenkbolzen (32) mindestens einen Dehnmessstreifen (DMS1 bis
DMS4) zur Bestimmung der Bolzenbiegung trägt.
4. Arbeitsgerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der
25 Anlenkbolzen (32) mindestens eine achsparallel verlaufende Längsnut
(54) zur Aufnahme des Dehnmessstreifens (DMS1 bis DMS4) aufweist.
5. Arbeitsgerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der
30 Anlenkbolzen (32) zwei bezüglich einer Biegeebene (52) einander ge-
genüberliegende, nach entgegengesetzten Seiten offene Längsnuten
(54) zur Aufnahme von jeweils zwei Dehnmessstreifen (DMS1, DMS3
bzw. DMS2, DMS4) aufweist, und dass die Anschlüsse der Dehnmess-

- 13 -

streifen in einer als Brückenschaltung ausgebildeten Messschaltung (44) miteinander verbunden sind.

5 6. Arbeitsgerät nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Anlenkbolzen (32) eine einseitig offene Zentralbohrung (55') sowie eine von der mindestens einen Längsnut (54) zur Zentralbohrung verlaufende Querbohrung (55'') zur Aufnahme eines Messkabels aufweist.

10 7. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zur Bestimmung der beim Abstützvorgang im Bereich der Lagerstellen (56) des Anlenkbolzens (32) auftretenden elastischen Scherverformung als Maß für die stützbeinbezogene Stützlast aufweist.

15 8. Arbeitsgerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Anlenkbolzen (32) im Bereich der Lagerstellen (56) mindestens einen Dehnmessstreifen (DMS1 bis DMS4) zur Bestimmung der Scherverformung trägt.

20 9. Arbeitsgerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Anlenkbolzen (32) im Bereich der Lagerstellen (56) mindestens einen in Abstützrichtung weisenden Durchbruch (58) aufweist, in dem eine mit dem Bolzenmaterial einstückig verbundene Membran (60) angeordnet ist, die mindestens einen Dehnmessstreifen (DMS1 bis DMS4) trägt.

25 10. Arbeitsgerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Anlenkbolzen (32) an beiden Lagerstellen (56) je einen Durchbruch (58) mit Membran (60) aufweist, wobei die Membran in der Scherebene (62) zwischen einem Innen- und einem Außenlager des Stützbeins (28) angeordnet ist.

30

- 14 -

11. Arbeitsgerät nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf den beiden einander abgewandten Breitseitenflächen der Membran (60) jeweils ein parallel zur Scherebene (62) verlaufender Dehnmessstreifen (DMS1 bis DMS4) angeordnet ist, und dass die Dehnmessstreifen in einer vorzugsweise als Brückenschaltung ausgebildeten Messschaltung (44) miteinander verbunden sind.
12. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die auf den beiden Breitseitenflächen der Membran (60) angeordneten Dehnmessstreifen schräg zur Abstützrichtung ausgerichtet sind.
13. Arbeitsgerät nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die auf den beiden Breitseitenflächen der Membran angeordneten Dehnmessstreifen (DMS1 bis DMS4) einander paarweise unter einem Winkel vom 45° bis 90° kreuzen.
14. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 4 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messschaltung (44) über einen als Operationsverstärker ausgebildeten Signalverstärker (46) an eine computergestützte Auswerteelektronik (48, 50) angeschlossen ist.
15. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anlenkbolzen (32) an einem über den Stützbeinkasten überstehenden Teil ein Gehäuse (76) zur Aufnahme einer Mess- und Auswerteelektronik (44, 68) trägt.
16. Arbeitsgerät nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswerteelektronik (48, 50) eine Softwareroutine zur Bestimmung einer Standsicherheitszahl (S) aus dem Quotienten aus der Gesamtsumme der Stützlastmesswerte aller Stützbeine und einer Teilsumme der Stützlastmesswerte der beiden augenblicklich höchstbelas-

- 15 -

teten Stützbeine, sowie eine Alarmroutine zur Auslösung eines Alarmzustands bei Unterschreiten eines vorgegebenen Schwellenwerts für die Standsicherheitszahl aufweist.

- 5 17. Arbeitsgerät, insbesondere Autobetonpumpe, mit einem Fahrgestell (10), mit zwei vorderen und zwei rückwärtigen, von einer Fahrstellung in mindestens eine Abstützstellung ausfahrbaren und mit je einem teleskopierbaren Stützbein (28) auf einem Untergrund (36) abstützbaren Stützauslegern (22, 24), mit je einem Messglied (38) zur Bestimmung
10 der Stützkraft in den Stützbeinen (28), und mit einer Einrichtung zur Überwachung der Standsicherheit, die eine Auswerteelektronik (68,74) umfasst, die in vorgegebenen Abtastzyklen mit stützbeinbezogenen Stützlastmesswerten beaufschlagbar ist, **gekennzeichnet durch eine** Softwareroutine zur Bestimmung einer Standsicherheitszahl (S) aus
15 dem Quotienten aus der Gesamtsumme der Stützlastmesswerte aller Stützbeine (28) und einer Teilsumme der Stützlastmesswerte der beiden augenblicklich höchstbelasteten Stützbeine (28), sowie eine Alarmroutine zur Auslösung eines Alarmzustands bei Unterschreiten eines vorgegebenen Schwellenwerts für die Standsicherheitszahl.
- 20 18. Arbeitsgerät nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der alarmanauslösende Schwellenwert zwischen 1,05 und 1,25 liegt.
- 25 19. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere abgestufte Schwellenwerte (S_1 , S_2 , S_3) für die Standsicherheit alarmanauslösend sind.
- 30 20. Arbeitsgerät nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Unterschreiten eines ersten Schwellenwerts (S_1) ein akustisches und/oder optisches Signal auslösbar ist.

- 16 -

21. Arbeitsgerät nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass bei Unterschreiten eines zweiten, gegenüber dem ersten niedrigeren Schwellenwerts (S_2) eine lösbare Blockierung einer lastverschiebenden Arbeitsbewegung auslösbar ist.

5

22. Arbeitsgerät nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass bei Unterschreiten eines dritten, gegenüber dem zweiten niedrigeren Schwellenwerts (S_3) eine unlösbare Blockierung der lastverschiebenden Arbeitsbewegung auslösbar ist.

10

1 / 5

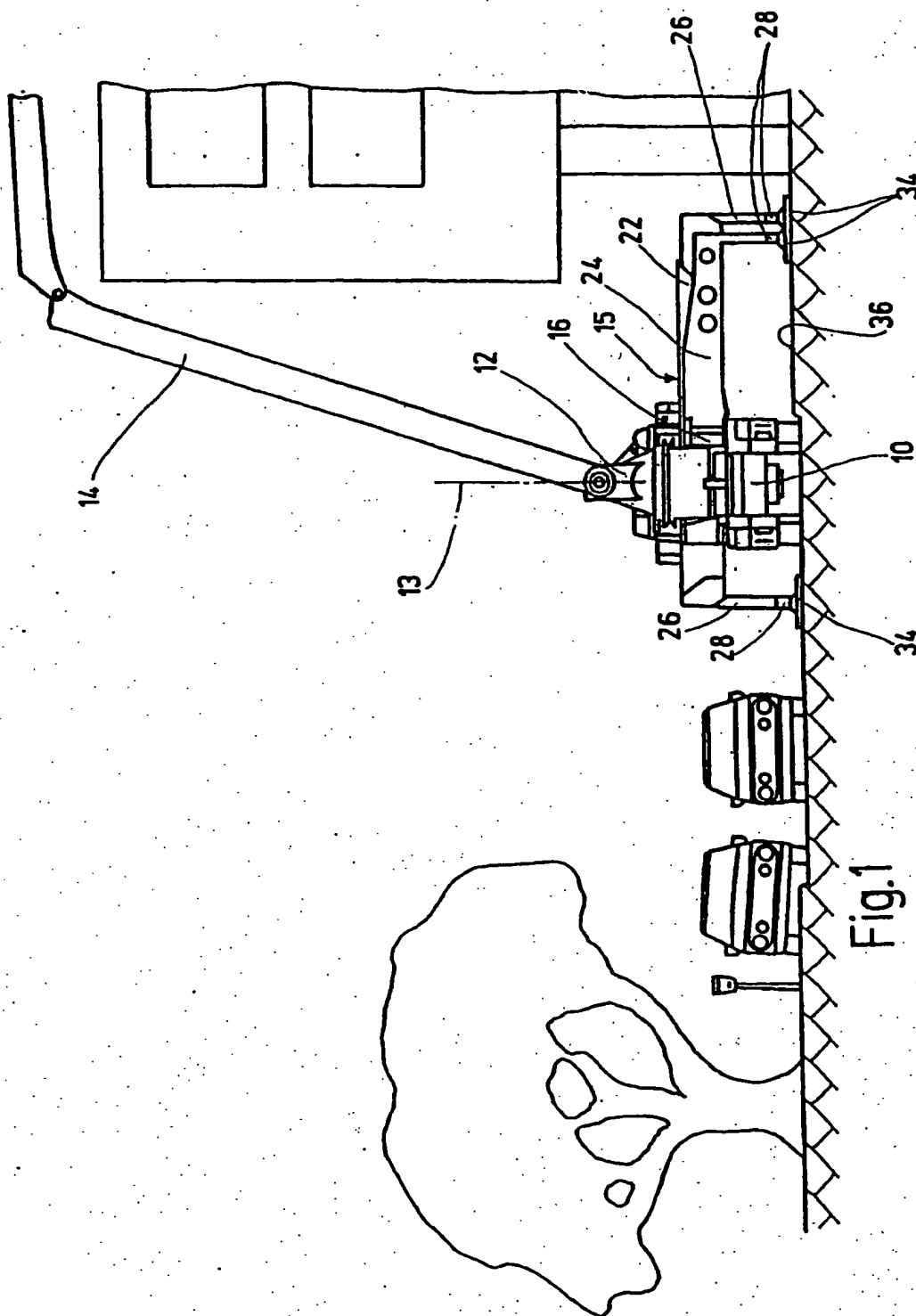


Fig.1

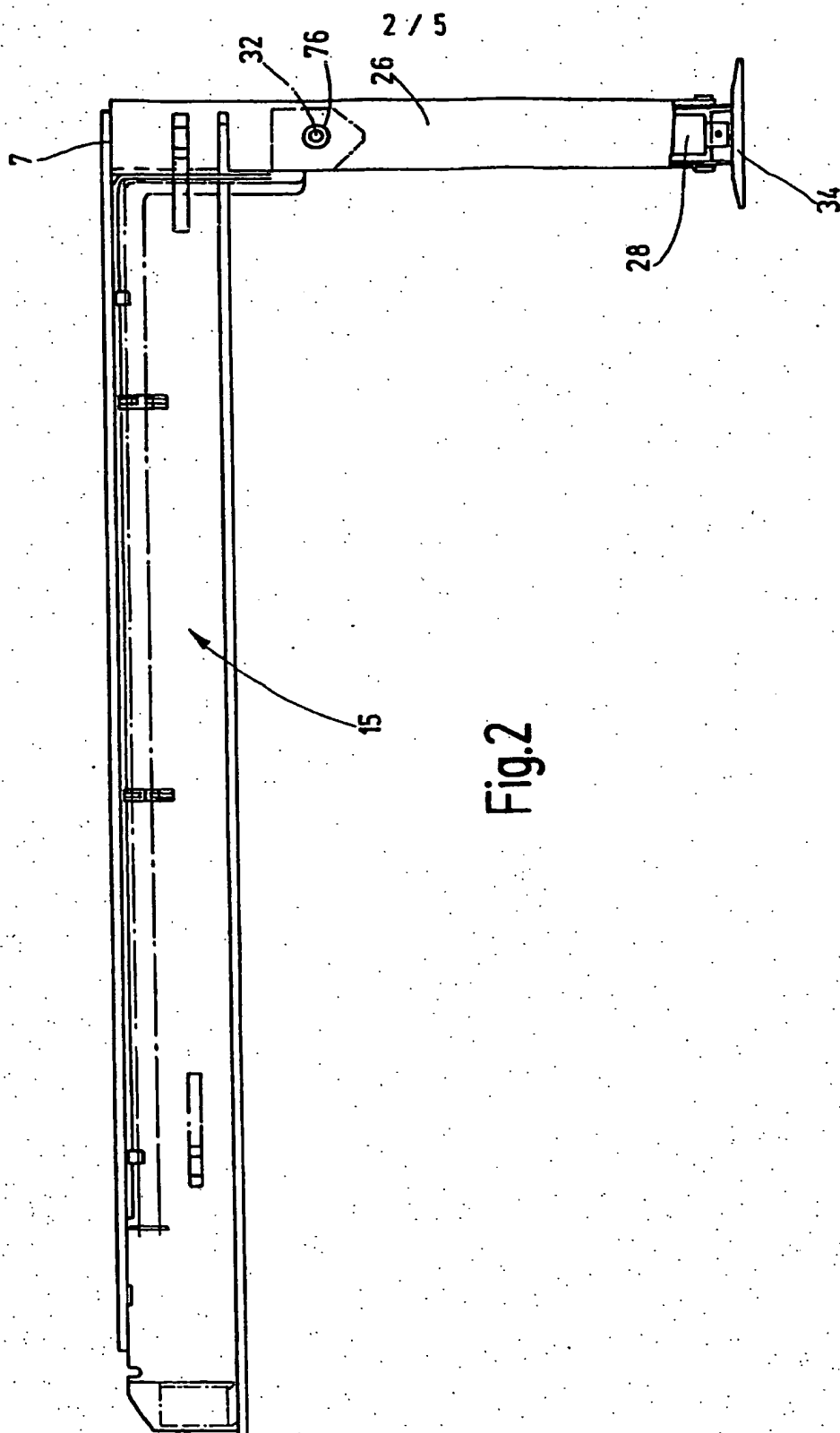
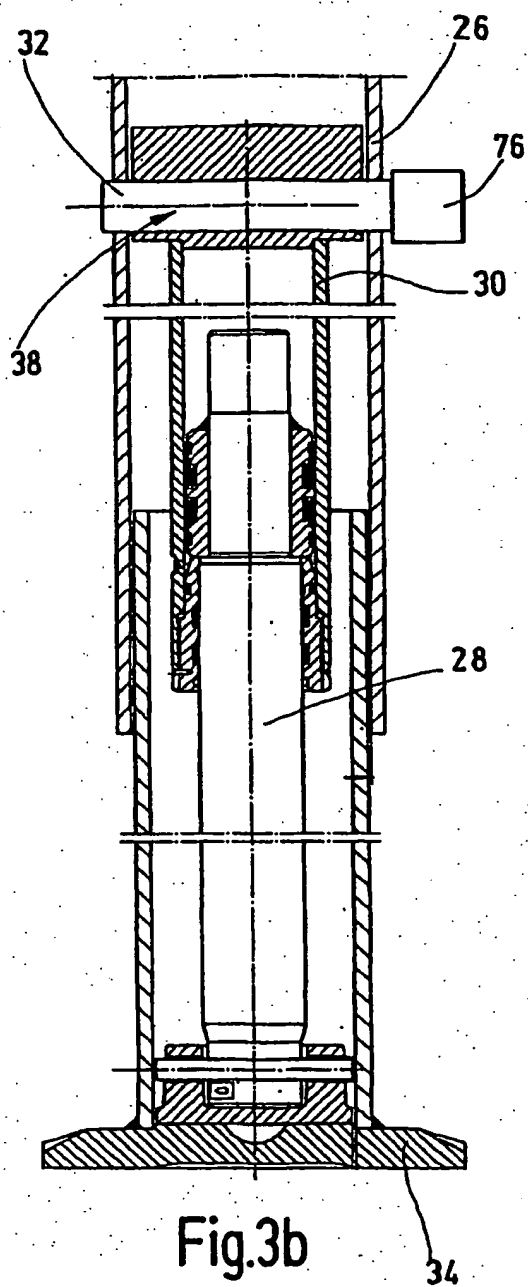
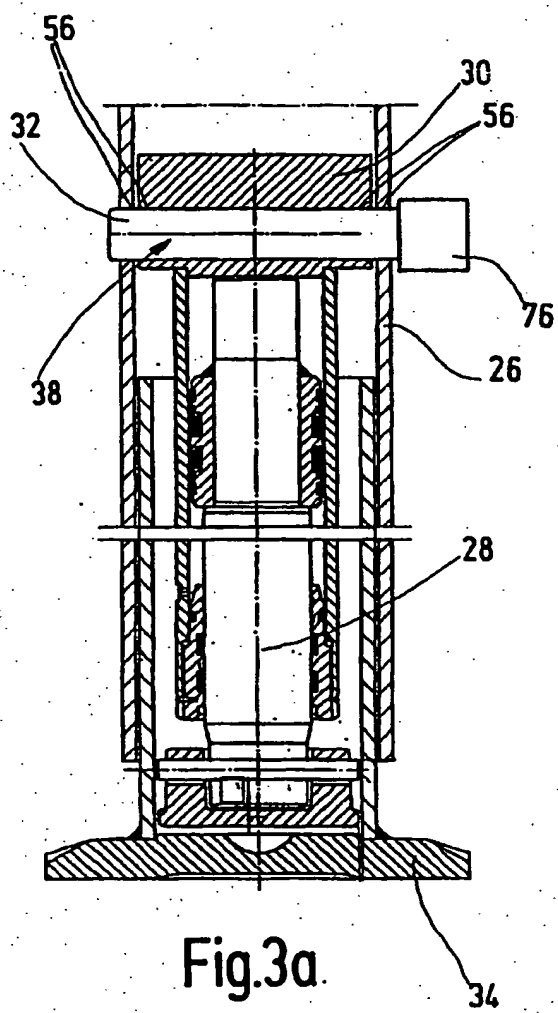


Fig.2



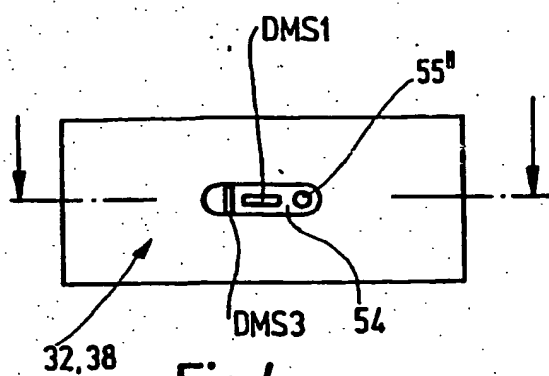


Fig. 4a

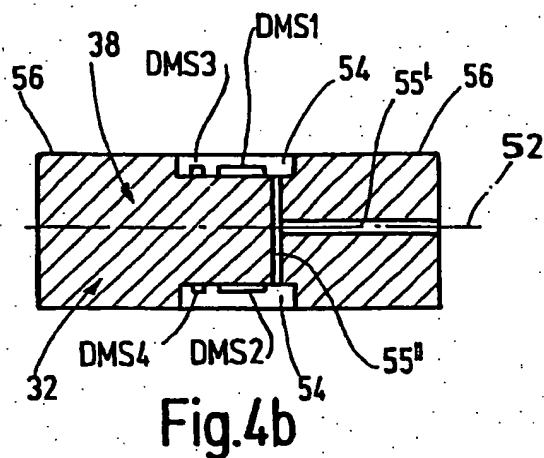


Fig. 4b

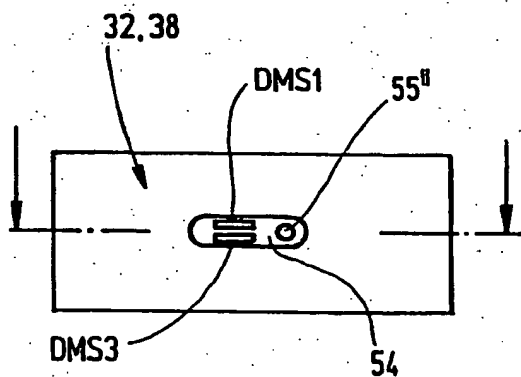


Fig. 5a

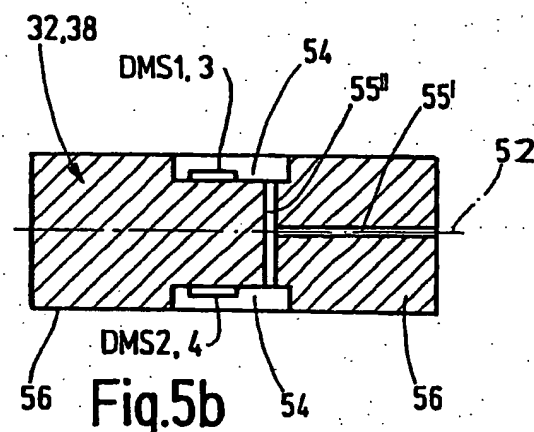


Fig. 5b

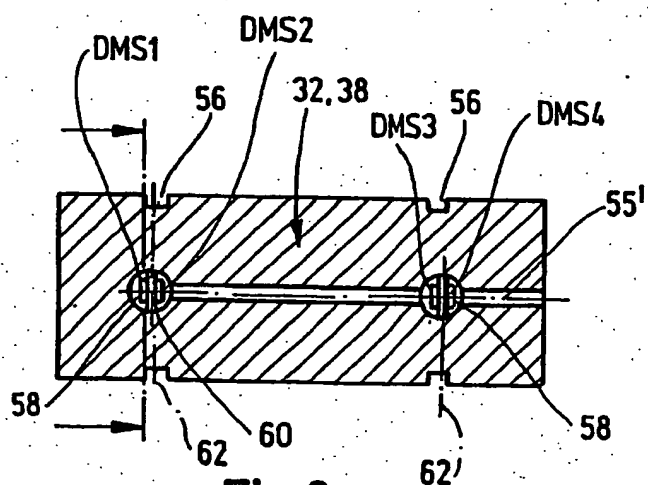


Fig. 6a

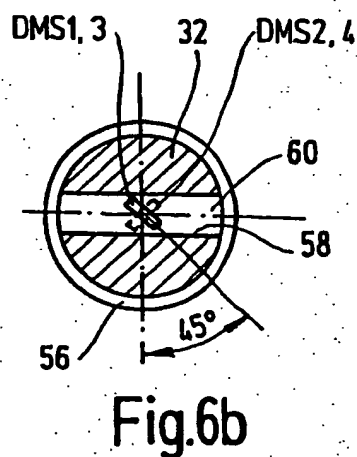


Fig. 6b

5 / 5

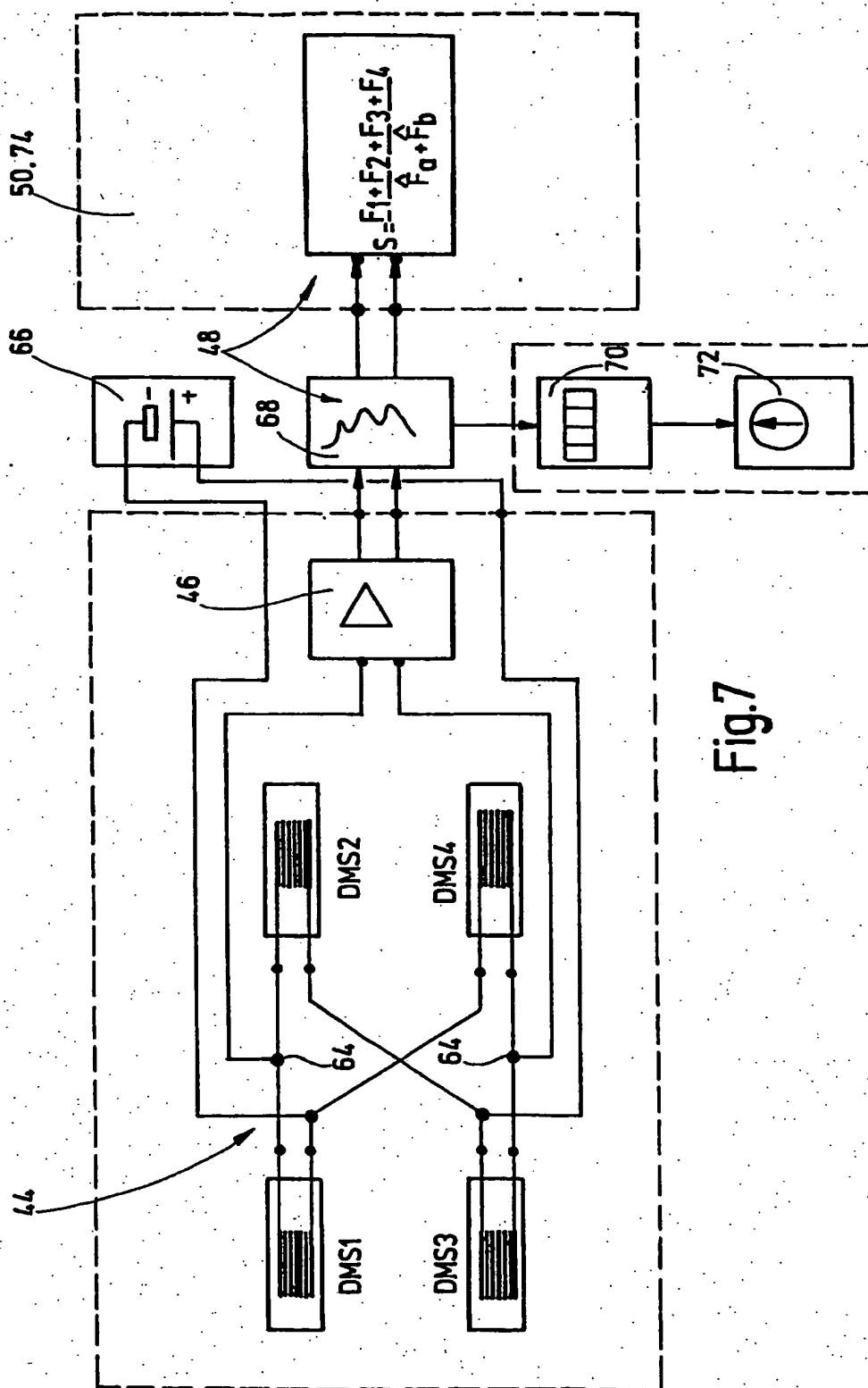


Fig.7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.